

曲线形钢箱梁桥的施工要点研究

陈清立

中桥科建（德州）路桥工程有限公司 山东 德州 253000

摘要：在现代交通网络构建中，曲线形钢箱梁桥凭借灵动造型与出色跨越性能，成为优化线路、美化环境的关键选择。本文聚焦曲线形钢箱梁桥施工展开研究。阐述其施工流程，涵盖钢箱梁节段划分制作、运输存放、临时支架搭设、吊装就位、焊接连接及桥面系施工等环节。探讨关键技术，包括焊接、吊装、线形控制及临时支架设计施工技术。同时强调施工质量控制要点，从原材料、钢结构制造到钢箱梁安装质量把控，旨在为曲线形钢箱梁桥施工提供全面且具实操性的指导，确保工程质量与安全。

关键词：曲线形；钢箱梁桥；施工要点；研究

引言：曲线形钢箱梁桥凭借独特的造型与良好的力学性能，在现代桥梁建设中应用渐广。然而，其施工涉及复杂的工艺与技术，对施工质量与安全要求极高。为确保曲线形钢箱梁桥施工顺利进行，提升工程质量，本文深入研究其施工要点，详细分析施工流程、关键技术及质量控制措施，为相关工程实践提供科学依据与技术参考，助力推动桥梁建设技术的发展与创新。

1 曲线形钢箱梁桥的施工流程

1.1 钢箱梁节段划分与制作

钢箱梁节段划分需依据桥梁设计、运输条件及施工工艺确定。合理划分能降低运输难度，提高施工效率。通常考虑曲线半径、梁体结构等因素，划分成便于制造与安装的节段。制作过程中，选用优质钢材，严格控制尺寸精度。利用先进的加工设备与工艺，确保各节段几何尺寸、平整度符合设计要求。对焊接部位进行预处理，保证焊接质量。从原材料检验到成品验收，每个环节都需严格把控，为后续施工奠定坚实基础。

1.2 钢箱梁运输与存放

钢箱梁运输时，根据节段尺寸、重量选择合适的运输工具，如大型平板车或驳船。运输路线需提前规划，确保道路或航道通畅，避免颠簸碰撞。做好防护措施，防止节段受损。存放场地要平整、坚实，设置专用的存放支架，按节段编号有序存放。存放期间定期检查，防止因受潮、变形等影响质量。不同类型节段分类存放，便于取用。合理的运输与存放方式，能有效保障钢箱梁的质量与施工进度。

1.3 临时支架搭设

临时支架是钢箱梁施工的重要支撑结构。搭设前，依据桥梁结构、施工荷载等进行详细设计。选用合适的材料，如钢管、型钢等，确保支架有足够的强度、刚度

与稳定性。按照设计方案，精确测量定位，严格控制支架垂直度与间距。对支架节点进行可靠连接，如焊接或螺栓连接。搭设完成后，进行全面检查与验收，必要时进行预压试验，消除非弹性变形，为钢箱梁吊装提供安全稳定的支撑平台。

1.4 钢箱梁吊装与就位

钢箱梁吊装需根据其重量、尺寸及现场条件选择合适的起重设备，如大型塔吊、浮吊等。吊装前，对起重设备进行全面检查与调试，确保性能良好。确定合理的吊装顺序与方法，一般从一端向另一端或从中间向两端进行。在钢箱梁上设置可靠的吊点，做好防护措施。吊装过程中，密切关注起重设备运行及钢箱梁姿态，通过精确测量控制，确保钢箱梁准确就位。就位后，及时进行临时固定，防止发生位移。

1.5 钢箱梁焊接与连接

焊接是钢箱梁连接的关键环节。焊接前，对焊接材料、设备进行检查，确保符合要求。根据钢材材质、焊接位置等选择合适的焊接工艺，如手工电弧焊、气体保护焊等。对焊接人员进行资格审查，要求持证上岗。严格按照焊接工艺规程操作，控制焊接电流、电压、焊接速度等参数。焊接过程中，做好防风、防雨措施。焊接完成后，进行外观检查与无损检测，确保焊缝质量。对于栓接连接，要控制螺栓拧紧力矩，保证连接可靠性。

1.6 桥面系施工

桥面系施工在钢箱梁主体结构完成后进行。首先铺设桥面铺装层，根据设计要求选择合适的铺装材料，如沥青混凝土或水泥混凝土。控制铺装层的平整度、厚度及压实度。安装防撞栏杆、伸缩缝等附属设施。防撞栏杆安装要保证牢固、顺直，外观美观。伸缩缝安装要严格控制安装温度，确保伸缩性能良好。同时，做好桥面

排水系统施工,保证桥面排水顺畅,为桥梁的正常使用提供保障^[1]。

2 曲线形钢箱梁桥施工的关键技术

2.1 焊接技术

在曲线形钢箱梁桥施工中,焊接技术至关重要。由于钢箱梁的曲线特性,焊接接头的位置和角度更为复杂。首先,需根据钢材的材质、厚度及焊接位置,精确选择焊接材料与工艺。例如,对于高强度钢材,常采用低氢型焊条以保证焊缝的韧性和强度。焊接过程中,严格控制焊接参数。焊接电流过大易导致焊缝烧穿、变形,过小则可能出现未焊透等缺陷;电压要与电流匹配,确保电弧稳定。同时,控制焊接速度,以保证焊缝的熔深和成型质量。考虑到施工现场的环境因素,如风力、湿度等,必须做好防风、防雨、防潮措施。在有风环境下,设置防风棚,避免气流对焊接电弧的干扰。焊接完成后,按照相关标准进行外观检查,查看焊缝是否有咬边、气孔、裂纹等缺陷。之后,采用无损检测方法,如超声波探伤、射线探伤等,对焊缝内部质量进行检测,确保焊接质量符合设计要求。

2.2 吊装技术

曲线形钢箱梁的吊装是一项极具挑战性的工作。由于梁体呈曲线形,其重心位置不易确定,且在吊装过程中需精准控制梁体的姿态,以满足安装要求。在选择吊装设备时,需综合考虑钢箱梁的重量、尺寸、吊装高度以及施工现场的场地条件。大型浮吊适用于跨江、跨海等水域的桥梁施工,其起吊能力强,作业范围广,而在陆地上大型塔吊或履带吊则较为常用。确定合理的吊装方案至关重要。在起吊前,通过精确计算确定吊点位置,使钢箱梁在起吊过程中保持平衡。采用专业的吊装索具,并对其进行严格检查,确保其安全可靠。吊装过程中,利用先进的测量仪器,如全站仪、GPS等,实时监测钢箱梁的位置和姿态,与预设的安装位置进行对比分析,及时调整偏差。同时,配备专业的指挥人员,确保各吊装环节协调一致,保障钢箱梁准确、安全地就位。

2.3 线形控制技术

线形控制是保证曲线形钢箱梁桥外观和受力性能的关键技术。曲线形钢箱梁在施工过程中,由于自重、施工荷载、温度变化等因素的影响,其线形会发生变化。在施工前,建立精确的结构分析模型,考虑各种因素对梁体线形的影响,预测各施工阶段梁体的变形情况,制定合理的预拱度设置方案。施工过程中,采用先进的测量手段,如全站仪测量、水准仪测量等,对梁体的线形进行实时监测。在钢箱梁节段吊装就位后,及时测量其

实际位置与设计位置的偏差,分析偏差产生的原因。若偏差超出允许范围,采取相应的调整措施。例如,通过调整临时支撑的高度、张拉临时索等方法,对梁体线形进行微调。同时,考虑温度对梁体线形的影响,选择在温度稳定的时段进行测量和调整。在施工全过程中,不断优化线形控制方案,确保桥梁建成后的线形符合设计要求,保证桥梁的美观和结构安全。

2.4 临时支架设计与施工技术

临时支架作为曲线形钢箱梁施工的重要支撑结构,其设计与施工的合理性直接关系到施工安全和质量。设计临时支架时,充分考虑桥梁的结构形式、跨度、施工荷载以及地质条件等因素。根据力学原理,对支架进行结构计算,确定支架的布置形式、杆件尺寸和连接方式。选用合适的材料,如钢管、型钢等,确保支架具有足够的强度、刚度和稳定性。在施工过程中,严格按照设计方案进行支架搭设。对支架基础进行处理,确保基础的承载能力满足要求。采用精确的测量仪器,控制支架的垂直度和水平度,保证支架的搭设精度。支架节点连接要牢固可靠,采用焊接或高强度螺栓连接时,严格按照相关规范进行操作。支架搭设完成后,进行全面的检查和验收。为消除支架的非弹性变形,通常需要进行预压试验。预压荷载按照设计荷载的一定比例施加,在预压过程中,监测支架的变形情况,当变形稳定后,卸载并再次测量支架的标高,为钢箱梁的吊装提供准确的支撑平台^[2]。

3 曲线形钢箱梁桥施工的质量控制

3.1 原材料质量控制

曲线形钢箱梁桥的原材料质量直接关系到桥梁的结构强度、稳定性与耐久性。在钢材方面,其作为桥梁主体支撑材料,质量优劣至关重要。采购前需对供应商进行实地考察,了解其生产工艺与质量管控体系。入场时,除仔细比对质量证明文件与设计要求外,还需进行抽样理化性能检测,确保钢材的屈服强度、抗拉强度、延伸率等指标符合标准。焊接材料的质量决定着钢箱梁各部件连接的可靠性。受潮或型号不符的焊接材料会导致焊缝出现气孔、裂纹等缺陷,降低桥梁整体结构性能。故而,对焊接材料的储存环境需严格控制,同时在使用前检查其保质期与外观质量。对于高强度螺栓,其质量关乎钢箱梁连接部位的紧密程度与传力效果。需按批次进行力学性能抽检,保证扭矩系数均匀性,防止因螺栓松动而引发结构安全隐患。只有从源头严格把控原材料质量,杜绝不合格材料进入施工现场,才能为曲线形钢箱梁桥的高质量建设筑牢基础。

3.2 钢结构制造质量控制

在曲线形钢箱梁桥的施工中,钢结构制造质量控制是极为关键的一环。首先,在钢板切割下料阶段,要运用高精度的切割设备,严格依照设计尺寸进行操作,保证切割面的平整度和垂直度,减少因切割误差导致的尺寸偏差。组装过程需在专业的组装胎架上进行,利用先进的定位技术,精确控制各部件的相对位置。对各连接点的间隙进行严格把控,确保符合工艺要求,避免因组装不当造成的应力集中。焊接作为钢结构制造的核心工序,质量控制尤为重要。焊接工人必须具备相应资质,严格按照经评定的焊接工艺施焊。采用多层多道焊时,控制好层间温度,及时清理焊渣。同时,加强对焊接过程的实时监测,运用无损检测手段,如超声波探伤、射线探伤等,对焊缝内部质量进行全面检测,确保焊缝无裂纹、未焊透等缺陷。另外,制造完成后的钢箱梁节段需进行整体尺寸复核,检查其线形、平整度等是否符合设计要求。只有在每个制造环节都严格控制质量,才能为后续的桥梁安装提供高质量的钢结构部件^[3]。

3.3 钢箱梁安装质量控制

钢箱梁安装质量直接关乎曲线形钢箱梁桥的整体性能与稳定性。安装前,需对临时支架进行全面检查与验收,确保其基础牢固、结构稳定,承载能力满足要求。同时,对钢箱梁节段的外观质量、几何尺寸再次复核,保证其符合设计标准。安装过程中,精确的测量定位至关重要。利用先进的测量仪器,实时监测钢箱梁的位置、标高和线形,依据测量数据及时调整,确保安装精度。吊装作业时,严格控制吊机的起吊速度和稳定性,合理选择吊点,防止钢箱梁在吊运过程中发生变形或碰撞。相邻钢箱梁节段的拼接质量是关键。对拼接面进行清理,保证无杂物、油污等。控制拼接间隙,确保符合设计要求。拼接完成后,及时进行焊缝的焊接与质量检测,采用与制造过程相同的高标准检测手段,保证焊缝质量。安装完成后,对钢箱梁整体的线形、各控制点标高以及连接部位的紧固情况进行全面检查,确保钢箱梁安装质量完全符合设计与规范要求,为后续施工及桥梁的安全使用奠定坚实基础。

3.4 桥面系施工质量控制

桥面系施工质量对曲线形钢箱梁桥的使用性能和耐久性有着重要影响。在桥面铺装施工中,首先要保证铺装材料的质量,严格按照设计配合比进行配料,控制集料的级配和沥青的各项指标。摊铺过程中,使用高精度的摊铺机,确保铺装厚度均匀一致,同时严格控制摊铺温度和碾压工艺,保证桥面的平整度和压实度,以提供良好的行车舒适性。对于栏杆安装,要提前做好测量放线工作,保证栏杆的安装位置准确。安装过程中,控制好栏杆立柱的垂直度和间距,确保连接牢固,焊接部位应进行防锈处理,保证栏杆的整体稳定性和美观性,为行车安全提供可靠防护。排水系统的施工质量同样不容忽视。确保排水管道的坡度符合设计要求,防止积水。管道接口应严密,避免漏水现象发生。雨水口的设置位置要合理,保证排水顺畅,及时排除桥面积水,减少雨水对桥面结构的侵蚀,延长桥梁的使用寿命^[4]。

结束语

综上所述,曲线形钢箱梁桥施工涵盖多个复杂且关键的环节。从原材料的严格筛选,到钢结构制造、安装以及桥面系施工,每个阶段的质量控制都直接关系到桥梁的整体性能与安全。只有在施工中精准把握各要点,如严控焊接质量、保证吊装精度、注重线形控制等,才能确保桥梁具备良好的使用性能与耐久性。

参考文献

- [1]邢扬,杨翠屏.大连市南部滨海大道西延伸线工程曲线形钢箱梁分段分块制作工艺研究[J].钢结构,2023,33(11):117-121.
- [2]唐香君,吴文平,张婷,丁剑强,谈超.一种鱼腹式曲线形双幅钢箱梁跨河钢桥滑移施工技术[J].钢结构与金属屋面新技术应用.中国建筑金属结构协会,2023:397-408.
- [3]舒兴平,姚尧,卢倍嵘,袁智深,邹浩,张再华.大悬挑钢箱梁与折线形钢箱柱连接节点试验研究[J].建筑结构学报,2023,31(10):69-75.
- [4]徐亮,王辉平,张胜利,钱叶祥.舟山西堠门跨海大桥分体式钢箱梁制造预拼装线形控制技术[J].中国工程科学,2023,12(07):43-46.